الفصل السادس:

إلكترونيات الحالة الصلبة

٦-١ التوصيل الكهربائي في المواد الصلبة

مسائل تدريبية

١) 1.31×10^{23} free e^-/cm^3

٢) 5.85×10^{22} free e^-/cm^3

٣) 5.9×10^{22} free e^-/cm^3

٤) 1.81×10^{23} free e^-/cm^3

٥) 1.9×10^{26} free e^-/cm^3

مسائل تدريبية

٦) 5.19×10^{-10} free e^-/atom

٧) 3.78×10^{-18} free e^-/atom

عند $-37° C$

٨) 1.85×10^{-32} free e^-/atom

عند $-173° C$

٩) 2.76×10^{-13} free e^-/atom

١٠) 8×10^{-23} free e^-/atom

مسائل تدريبية

١١) As atom/Si atom 2.91×10^{-9}

١٢) As atom/Ge atom 2.59×10^{-6}

١٣) 38.4

١٤) 1.1×10^{4}

١٥) لا تعمل أدوات الجرمانيوم جيداً عند درجة الحرارة هذه، لأن نسبة النواقل المعالجة إلى النواقل الحرارية قليلة جداً، في حين يكون لدرجة الحرارة تأثير كبير في الموصلية، فالسليكون أفضل كثيراً.

مراجعة

١٦) العوازل.

١٧) شبه الموصل النقي، لأن مصدر موصليتها جميعها هو الإلكترونات المحررة حرارياً، بينما تعتمد المادة شبه الموصلة المعالجة على الشحنات التي يكون مصدرها المعالجات (الشوائب)، والتي تعتمد قليلاً على درجة الحرارة.

١٨) عازل.

١٩) عازل.

٢٠) نتركها كشبه موصل نقي.

٢١) إن السليكون يظهر نواقل محررة أقل كثيراً عند أي درجة حرارة، حتى لو أن معدل تغير إنتاج الناقل الحراري كبير بالنسبة له.

٢-٦ الأدوات الإلكترونية

مسائل تدريبية

٢٢) 1.7 V

٢٣) 2.2 V

٢٤) يوصل مصعد إحدى الدايودات مع مهبط الدايود الآخر. لذا يتعين أن يوصل المصعد غير الموصول مع الطرف الموجب للدائرة.

٢٥) سيكون من المستحيل الحصول على تيار مقداره 2.5 mA مع أي جهد لمصدر قدرة منطقي، لأن أحد الدايودات سيكون منحازاً عكسياً.

٢٦) 6 V

مسألة تحفيز

متروك للطالب.

مراجعة

٢٧) 96 إلى 1

٢٨)

a) لأن الجهد عبر الدايود يساوي 0.7 V دائماً فإن الجهد عبر المقاومة يزداد بمقدار 1 V.

b) يزداد التيار بمقدار $I = \frac{V}{R}$

٢٩) توصل بطريقة أفضل عندما تكون منحازة إلى الأمام، لأن مقاومتها تكون أقل كثيراً.

٣٠) يتعين أن يكون الدايود المشع للضوء منحازاً إلى الأمام، عندها يتعين أن يكون القطب الموجب موصولاً مع النهاية p.

٣١) 120

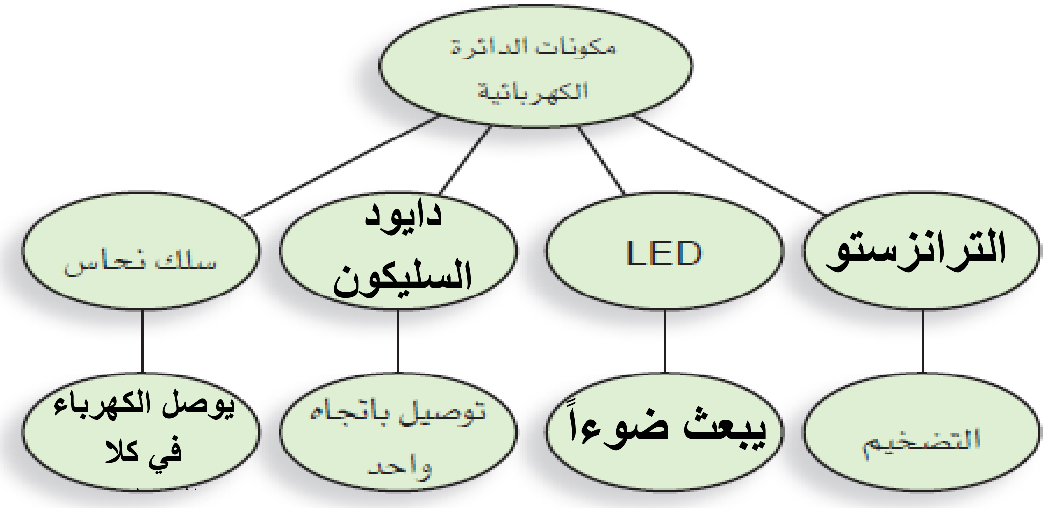
٣٢) لا، إن منطقة p للترانزستور npn يجب أن تكون رقيقة لدرجة كافية لكي تسمح للإلكترونات بالعبور من خلال القاعدة إلى الجامع.

التقويم

-

خريطة المفاهيم

٣٣)



إتقان المفاهيم

٣٤) تمتلك مستويات الطاقة للذرة المفردة قيماً منفصلة ووحيدة، أما مستويات الطاقة في البلورة فتمتلك مدى صغيراً حول القيم الموجودة في الذرة المفردة.

٣٥) تعطي درجة الحرارة العالية طاقة إضافية للإلكترونات، مما يسمح بوصول المزيد من الإلكترونات إلى حزمة التوصيل.

٣٦) ثقوب ذات شحنة موجبة.

٣٧) نعم، هناك طريقة واحدة لجعل الدايود منحازاً إلى الأمام، أما الطريقة الأخرى فتجعله منحازاً عكسياً.

٣٨) رأس السهم هو الذي يوضح اتجاه التيار الاصطلاحي.

٣٩) يحتوي الدايود المنحاز إلى الأمام على طبقة شبه موصلة من النوع p، وطبقة شبه موصلة من النوع n، وهاتان الطبقتان موصولتان من نهايتيهما بأسلاك بواسطة أغطية فلزية. وتكون الطبقة من النوع p موصولة مع القطب الموجب للبطارية. تنشأ ثقوب جديدة في الطبقة من النوع p، وتتحرك هذه الثقوب نحو الحد الفاصل بين المادتين شبه الموصلتين. في حين تضاف إلكترونات جديدة إلى الطبقة من النوع n، وتتحرك هذه الإلكترونات نحو الحد الفاصل بين المادتين شبه الموصلتين، وعندما تتحد الثقوب والإلكترونات معاً، تكتمل الدائرة ويتدفق تيار، بحيث يكون اتجاهه من الطبقة شبه الموصلة من النوع p، إلى الطبقة شبه الموصلة من النوع n.

تطبيق المفاهيم

٤٠) C

٤١) A

٤٢) B

٤٣) أكثر شبهاً بالسليكون Si.

٤٤) مادة تمتلك فجوة ممنوعة عرضها 8 eV.

٤٥) مادة تمتلك فجوة ممنوعة عرضها 8 eV.

٤٦) الدائرة a: لا

الدائرة b: لا

الدائرة c: نعم

٤٧) L_1 مضاء.

L_2 غير مضاء.

٤٨) In، Ga، Al، B.

٤٩) يظهر مقاومة أقل عندما يكون منحازاً إلى الأمام.

٥٠) جهد مرتفع، موجب أكثر.

٥١) لقد أنتجت مقاومة، لأنه لا توجد وصلة.

٥٢) متروك للطالب.

إتقان حل المسائل

٦-١ التوصيل الكهربائى فى المواد الصلبة

٥٣) 2.54×10^{22} free e^-/cm^3

٥٤) 3.22×10^{13} atom/free e^-

٦-٢ الأدوات الإلكترونية

٥٥)

a) 20 mA

b) 20 mA

٥٦) 160 Ω

٥٧) 4.8 V

٥٨)

a) تكون دائرة القاعدة مفتوحة، لذا يكون تيار القاعدة = صفر.

b) عندما يكون تيار القاعدة = صفر، فإن تيار الجامع = صفر أيضاً.

c) 15 V، عندما لا يكون هناك تدفق للتيار، فإن الهبوط عبر مقاومة الجماع يكون صفر، وستهبط الـ 15 V جميعها عبر الترانزستور.

٥٩)

a) 2.3×10^{-5} A

b) 5.1×10^{-3} A

c) 7.3 V

مراجعة عامة

٦٠) 1100 nm قريباً من الطول الموجب للأشعة تحت الحمراء.

٦١) 8.2 μA

٦٢) 380 μA

٦٣) 2.25 eV

٦٤)

a) 0.7 V

b) 0 A

c) 42 mA

التفكير الناقد

٦٥)

a) A

b) B

c) C

d) الدائرة في الفرع a لها ميزة إيجابية، ألا وهي بساطتها، أما ميزتها السلبية فهي هبوط في الجهد بمقدار 0.7 V والتي يمكن أن تكون مهمة في دوائر الجهد المنخفض.

الدائرة في الفرع b لها ميزة إيجابية، ألا وهي عدم ضياع 0.7 V ولها ميزة سلبية ألا وهي أنه ينبغي تبديل المنصهرات.

الدائرة في الفرع c لها ميزة إيجابية وهي أنها دائمة العمل بغض النظر عن قطبيتها وميزتها السلبية هي ضياع 1.4 V.

٦٦) 160 Ω، 180 Ω.

٦٧) 140 Ω.

الكتابة في الفيزياء

٦٨) متروك للطالب.

٦٩) متروك للطالب.

مراجعة تراكمية

٧٠) 0.03 m

- اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١) A

٢) B

٣) B

٤) B

٥) B

٦) C

٧) B

٨) B

الأسئلة الممتدة

٩) $V_b = IR + V_d = 7.5\ V$

الفصل السابع:

الفيزياء النووية

١-٧ النووية

مسائل تدريبية

١) على التوالي: 142، 143، 146 نيترون.

٢) 7 نيترون.

٣) 120 نيترون.

٤) ${}^{3}_{1}H$ ، ${}^{2}_{1}H$ ، ${}^{1}_{1}H$

مسائل تدريبية

٥)

a) -0.09894 u

b) -92.161 MeV

٦)

a) -0.002388 u

b) -2.2244 MeV

٧)

a) -0.113986 u

b) -106.18 MeV

٨)

a) -0.137005 u

b) -127.62 MeV

مراجعة

٩) الزوج الأول له عدد البروتونات نفسه وعدد مختلف من التيوكليونات. الزوج الثاني له العدد نفسه من النيوكليونات وعدد مختلف من البروتونات.

١٠) نواة التريتيوم، لأن التريتيوم يطلق جسمياً له كتلة وطاقة حركية نتيجة لاضمحلاله.

١١) للقوة الكهربائية مدى كبير، لذلك جميع البروتونات تتنافر معاً حتى في الأنوية الثقيلة. القوة القوية لها مدى قصير، لذلك فإن البروتونات المتجاورة فقط تتجاذب. تزداد قوة التنافر بزيادة حجم النواة بمعدل أسرع من القوة القوية.

١٢) نواة التريتيوم.

١٣)

a) -0.113196 u

b) -105.44 MeV

١٤) 26 وهو الحديد، لأن طاقة الربط النووية لها أكبر.

٢-٧ الاضمحلال النووي والتفاعلات النووية

مسائل تدريبية

١٥) $^{234}_{92}U \quad ^{230}_{90}Th \rightarrow \ ^{4}_{2}He +$

١٦) $^{230}_{90}Th \quad ^{226}_{88}Ra \rightarrow \ ^{4}_{2}He +$

١٧) $\rightarrow \quad +$

١٨) $^{226}_{88}Ra \quad ^{222}_{86}Rn \rightarrow \ ^{4}_{2}He \quad +$

١٩) $^{214}_{82}Pb \quad ^{214}_{83}Bi \rightarrow \ ^{0}_{-1}e + \ ^{0}_{0}\gamma \quad +$

$^{14}_{6}C \quad ^{14}_{7}N \quad ^{0}_{-1}e \quad ^{0}_{0}\gamma$

مسائل تدريبية

(٢٠

(a $^{14}_{7}N$

(b $^{55}_{25}Mn$

(٢١ $+ \quad ^{4}_{2}He \rightarrow \quad ^{259}_{104}Rf \quad ^{263}_{106}Sa$

(٢٢ $+ \quad ^{4}_{2}He \rightarrow \quad ^{12}_{6}C + \quad ^{1}_{1}H \quad ^{15}_{7}N$

(٢٣

(a $+ \quad ^{0}_{0}\gamma + \quad ^{0}_{-1}e \rightarrow \quad ^{210}_{81}Tl \quad ^{210}_{80}Pb$

(b $+ \quad ^{0}_{0}\gamma + \quad ^{0}_{-1}e \rightarrow \quad ^{214}_{84}Po \quad ^{210}_{83}Bi$

(c $+ \quad ^{0}_{0}\gamma + \quad ^{0}_{-1}e \rightarrow \quad ^{234}_{91}Pa \quad ^{234}_{90}Th$

(d $+ \quad ^{0}_{0}\gamma + \quad ^{0}_{-1}e \rightarrow \quad ^{239}_{94}Bi \quad ^{239}_{93}Pb$

مسائل تدريبية

(٢٤ 0.25 g

(٢٥ 0.25 g

(٢٦ 5×10^{5} Bq

(٢٧ ست سنوات = نصف فترة عمر النصف للتريتيوم الذي عمر النصف له = 12.3 سنة. لذلك فإن التوهج = 0.7 من التوهج الأصلي.

مراجعة

٢٨) في النواة يتحول النيوترون إلى بروتون ويطلق إلكترون (بيتا) وأنتينيوترينو.

٢٩) $^{210}_{84}Po \quad ^{206}_{82}Pb \rightarrow \quad ^{4}_{2}He +$

٣٠) من خلال الرسم البياني، يتبقي $\frac{3}{8}$ بعد مرور 1.4 عمر النصف. من الجدول عمر النصف = 8.07 أيام، لذلك سوف يستغرق 11 يوماً.

٣١) يستخدم الرصاص درعاً إشعاعياً، لأنه يمتص الإشعاع متضمناً النيوترونات، بينما المهدي يجب فقط أن يبطئ النيوترونات لذلك يمكن أن تمتص بواسطة المواد الانشطارية.

٣٢) يجب أن تتحرك الأنوية داخل الجزيء بسرعة كبيرة جداً حتى تخضع للاندماج.

٣٣) 0.931 MeV

٣٤) اللوحة التي تتعرض للقذف بجسيمات ألفا لها جهد موجب كبير لأن جسيمات ألفا الموجبة الشحنة تحرك الشحنة الموجبة من لوحة الباعث إلى لوحة القذف.

٣-٧ وحدات بناء المادة

مسائل تدريبية

٣٥)

a) 1.5×10^{-10} J

b) 9.36×10^{8} eV

c) 1.87×10^{9} eV

٣٦) 0.438 MeV

٣٧)

a) 939.56 eV

b) 1879.1 MeV

٣٨) 105.2 MeV

مسألة تحفيز

متروك للطالب.

مراجعة

٣٩) لأن كلا من البروتون والنواة له شحنة موجبة فإنهما يتنافران معاً. ويجب أن يكون للبروتون طاقة حركية كافية للتغلب على طاقة الوضع الناتجة عن التنافر. لا يتأثر النيوترون بقوة التنافر هذه.

٤٠) إلى أسفل، في اتجاه داخل الأرض.

٤١) لزوج الإلكترون/البروتون في الأسفل أكبر طاقة حركية.

٤٢) في النموذج المعياري العديد من المعطيات تم الحصول عليها فقط من خلال التجارب، وجسيمات هيجز التي حددت مقياس الطاقة لمجموعة لم يتم العثور عليها، وهذه النتائج لم تكون نظرية ولم تكتمل، ويعد كل من التماثل الأقصى ونظرية الوتر هما البدائل الممكنة.

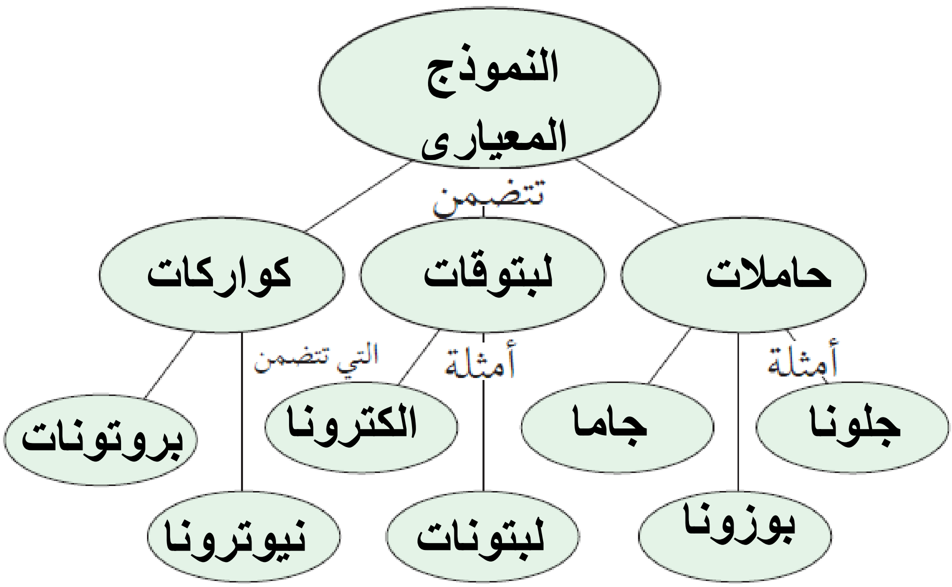
٤٣) لأن البروتون له كوارك u واحد أكثر مما يحتويه النيتوترون فإن المعادلة ستكون على النحو التالي:

$$ {}^{1}_{1}\mathrm{P} \rightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{0}_{0}\gamma $$

التقويم

خريطة المفاهيم

٤٤)



إتقان المفاهيم

٤٥) قوة التنافر الكهربائية، القوة النووية القوية.

٤٦) فرق (نقص) الكتلة هو الفرق بين مجموع كتل الجسيمات المنفردة للنواة وكتلة النواة. ويرتبط مع طاقة الربط النووية من خلال المعادلة $E=mc^2$.

٤٧) الأنوية الثقيلة تكون غير مستقرة بصورة عامة. الأعداد الكبيرة من البروتونات يجعل قوة التنافر الكهربائية تتغلب على القوة القوية.

٤٨) كلاهما له العدد نفسه من البروتونات.

٤٩) الاضمحلال هو عملية تغير عنصر ما إلى عنصر آخر بواسطة التفاعل النووي.

مثال: يضمحل U-238 إلى Th-234 وجسيم ألفا.

٥٠) نواة الهيليوم، إلكترون، وفوتون ذو طاقة عالية.

٥١) العدد الذري لحفظ الشحنة، العدد الكتلي لحفظ عدد النيوكليونات.

٥٢) كثيراً من النيترونات يجب أن تتحرر بواسطة النواة المنشطرة وتمتص من قبل الأنوية المجاورة، مما يجعلها تنشطر.

٥٣) يبطئ المهدئ النيوترونات السريعة، مما يزيد من احتمالية امتصاصها.

٥٤) عندما تخضع ذرة كبيرة لانشطار نووي فإن كتلة النواتج تكون أقل من كتلة النواة الأصلية، وكمية الطاقة المكافئة لفرق الكتلة تتحرر، عندما تندمج الأنوية الصغيرة مكونة أنوية أكبر تكون الكتلة الأكبر أكثر تماسكاً من النواة الأقل كتلة. والكتلة الزائدة تظهر على شكل طاقة.

٥٥) لأنها تسرع الجسيمات المشحونة باستخدام القوة الكهربائية، والنيوترون لا يحمل شحنة كهربائية.

٥٦)

a) الكهرومغناطيسية، القوة الضعيفة، الجاذبية.

b) القوة القوية، الكهرومغناطيسية، الجاذبية.

c) القوة الضعيفة.

٥٧) يقل العدد الذري بمقدار 1، ولا تغيير في العدد الكتلي.

٥٨) تفني بكمية مكافئة من المادة منتجة كمية كبيرة من الطاقة.

تطبيق المفاهيم

٥٩) إنها ليست صحيحة، الحديد من أكثر المعادن ترابطاً، لذا فإن نواته الأكثر استقراراً، ولا تستطيع الاضمحلال عن طريق الانشطار.

٦٠) طاقة الربط الابتدائية أقل من طاقة الربط النهائية، ولذلك فإن التفاعل ممكن بفاعلية كبيرة.

٦١) المادة المشعة الطبيعية هي تلك المادة التي تبين أنها توجد في الخامات الطبيعية، تخضع المواد المشعة الاصطناعية للاضمحلال الإشعاعي بعد قذفها بواسطة الجسيمات.

٦٢) إن الماء الذي يتدفق من خلال القلب يكون عند ضغط عالي، لذلك فإنه لا يغلي، تحمل الدورة الثانية الماء عند ضغط منخفض منتجة البخار.

٦٣)

a) نواة اليورانيوم (200 MeV).

b) اندماج كيلوجرام من الهيدروجين.

c) على الرغم من أن انشطار نواة يورانيوم واحدة تنتج طاقة أكبر من اندماج أربعة أنوية هيدروجين لإنتاج الهيليوم، فهناك عدد من أنوية الهيدروجين في الكيلوجرام أكثر 200 مرة من عدد أنوية اليورانيوم الموجودة في الكيلوجرام.

إتقان حل المسائل

١-٧ النواة

٦٤) 47 إلكتروناً.

47 بروتوناً.

62 نيوتروناً.

٦٥) $^{64}_{30}Zn$

٦٦)

a) -0.29177 u

b) -271.78 MeV

c) -8.4931 MeV/نيوكليون

(٦٧

(a نيوكليون/-6.1556 MeV

(b تحتاج إلى طاقة أكبر لإزالة النوكليون من نواة $^{14}_{7}N$.

(٦٨ 58 N

(٦٩ 4 u

٢-٧ الاضمحلال النووي والتفاعلات النووية

(٧٠ $^{222}_{86}Rn \rightarrow ^{218}_{84}Po + ^{4}_{2}He$

(٧١ $^{89}_{36}Kr \rightarrow ^{89}_{37}Rb + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\gamma$

(٧٢

(a $^{225}_{89}Ac \rightarrow ^{221}_{87}Fr + ^{4}_{2}He$

(b $^{227}_{88}Ra \rightarrow ^{227}_{89}Ac + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\gamma$

(c $^{65}_{29}Cu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{66}_{29}Cu \rightarrow ^{1}_{1}p + ^{65}_{28}Ni$

(d $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{96}_{40}Zr + 3(^{1}_{0}n) + ^{136}_{52}Te$

(٧٣

(a 25 %

(b 13 %

(c 6.3 %

(٧٤ لتنخفض النشاطية الإشعاعية إلى ثمن الكمية الأصلية، يجب أن تنتظر ثلاثة أعمار نصف أو 9 أيام.

(٧٥

(a الكربون.

(b $^{11}_{5}B + ^{1}_{1}p \rightarrow ^{11}_{6}C + ^{1}_{0}n$

c) ${}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\gamma$

٧٦) 1.2 kg

٧٧) نيوترون.

٧٨) 500 سنة.

٣-٧ وحدات بناء المادة

٧٩) +2 جسيمات مشحونة أولية.

٨٠) +1 جسيم مشحون أولي.

٨١)

a) 0 شحنة.

b) -1 شحنة.

c) 0 شحنة.

٨٢)

a) 0

b) -1

٨٣)

a) $2.1 \rightarrow 10^{-5}$ s

b) $1.6 \rightarrow 10^{5}$ دورة

c) 3.4 s

d) 10^{9} m أو مليون كيلومتر تقريباً.

٨٤) تنحني مسارات الجسيمات الأسرع بشكل أقل.

مراجعة عامة

٨٥)

a) $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{18}_{9}F$

b) $^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{31}_{15}P$

٨٦) يبقى $\frac{1}{16}$

٨٧) $^{2}_{1}H + ^{1}_{1}p \rightarrow ^{1}_{0}n$

1.713 MeV

٨٨) 0.2 MeV

التفكير الناقد

٨٩) لأن العزم الابتدائي صفر فإن هذا يجب أن يكون العزم النهائي، لذلك فإن شعاعي جاما يجب أن يكون لهما عزمان متساويان في المقدار ومختلفان في الإشارة، مقدار العزم = 2.72×10^{-22} kg.m/s.

٩٠) لحفظ الزخم فإن إشعاعات جاما الثلاثة يجب أن تكون في المستوى نفسه وبزوايا $120°$ بينها.

٩١) 1038 تفاعل/s

٩٢) 4 دقائق تقريباً.

الكتابة في الفيزياء

٩٣) 25% تقريبا من الكون مادة معتمة، وهناك حاجة لتفسير دوران المجرة وتمدد الكون وبناء على إحدى النظريات فإن المادة المعتمة ليست مصنوعة من المواد العادية التي يشملها النموذج المعياري. قد تتفاعل مع المواد العادية فقط من خلال الجاذبية والقوى النووية الضعيفة.

٩٤) اقترح العلماء النظريون وجود صفة مميزة للكواركات، وأدركوا أن الكواركات توجد على شكل أزواج. وجد الكوارك السفلي عام 1977م، أما الكوارك العلوي فلم يتم العثور عليه حتى عام 1995م.

مراجعة تراكمية

٩٥)

a) 1.82 × 103 m/s

b) 9.43 × 10-6 eV

٩٦) 0.4 eV

- اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١) A

٢) B

٣) A

٤) B

٥) A

٦) D

٧) C

٨) B

٩) D

الأسئلة الممتدة

١٠) عدد الأنوية = 2×10^{24} نواة.

دليل الرياضيات

متروك للطالب